553A形

オ シ ロ ス コ ー プ

取 扱 説 明 書

菊水電子工業株式会社

ー保証ー

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1．取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2．不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3．天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

ーお願いー

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

目　　次

1. 概　　説

菊水電子553 A形オシロスコープは，133 ㎜のブラウン管を用いオールソリッドステート化された高信頼トリガー方式の２現象オシロスコープです。

垂直軸は，電子切換方式の２現象で，DC～7 MHz の周波数帯域と，最高感度は 10 mV／cm で，入力回路は，DUAL FET（電界効果トランジスタ）の使用によって，安定性が良く，特に抜群です。

水平軸は 1 S／cm～1 μS／cm と広範囲の時間軸発振器をもち，5倍のマグニファイヤを使用して，最高 0.2 μS／cm まで使用できます。

水平軸には，水平軸増幅器の外部端子を備えており，最高感度 0.2 Vp-p／cm，周波数帯域は 2 Hz ～ 200kHz です。

そのほかに，安定化した感度校正用 1 kHz 方形波の校正電圧を備えています。

電子機器の研究開発，ラインの調整，サービス等，あらゆる用途に利用出来ます。

構　成

本機は，次のように本体と付属品で構成されております。

本　体	1
付属品	
プローブ	2
端子アダプタ	2
取扱説明書	1

2. 仕　　様

垂直偏向部

項　　目	規　　格	注
感　　度	10 mV/cmから20 V/cmまで11点	1, 2, 5ステップ
減衰器分圧確度	±3%以内	
感度連続変化	VOLTS/cm指示値の2.5倍以上に減衰できる。 20 V/cmのレンジで50 V/cm（非校正）になる。	
周波数帯域幅	DC結合のとき DC ～ 7 MHz AC 〃 2 Hz ～ 7 MHz	50kHz 振巾4cm基準 −3dB, 以内
立上り時間	約 0.05 μS	
入力インピーダンス	1. MΩ ±2% 38 pF ±2 pF 並列	
入力端子	UHF形レセプタクル	M形も適合
最大許容入力電圧	10 mV/cmのレンジで400 Vp-p 10 mV/cm以外のレンジで 600 Vp-p	電圧はDC + ACp-pの値で，ACは1 kHz以下の周波数にて
入力の結合方式	AC及びDC	
DCオフセットによる輝線移動	感度10 mV/cmのとき2 mm以内	
垂直動作様式	CH 1　チャンネル1単独 CH 2　チャンネル2単独 ALT　2現象，CH 1，CH 2を交互に掃引 CHOP　2現象，CH 1，CH 2を切換掃引	
CHOP切換周波数	約 100 kHz	
極　　性	CH 1のみ反転できる。	

水平偏向部

項　目	規　格	注
掃引時間	1 μS/cmから1 Sec/cmまで 19点	1, 2, 5 ステップ
掃引時間連続変化	TIME/cm 指示値の 2.5 倍以上に調整できる。最長掃引時間は 2.5 Sec/cm (非校正)になる。	
掃引時間誤差	VARIABLEをCAL'Dに合わせたとき，TIME/cm 指示値の ± 5 %以内	
掃引拡大	5 倍	
拡大誤差	掃引時間誤差に ± 5 % を加える	
拡大による位置変化	管面の中央部で 10 mm 以内	

トリガリング関係

項　目	規　格	注
トリガ信号源	NORM　管面の波形 CH2 . ONLY　CH 2 のみ LINE　電源の波形 EXT　外部	
結合	AC	
極性	+ 及び -	
内部トリガ感度	50 Hz ～ 5 MHz　10 mm 20 Hz ～ 7 MHz　20 mm	CRT管面の振幅で示す
外部トリガ感度	50 Hz ～ 4 MHz　1 Vp-p 20 Hz ～ 7 MHz　2 Vp-p	
AUTO	50 Hz 以上の周波数に対しトリガ感度の項を満足する。	
トリガリング方式	トリガ掃引及び自動掃引 (AUTO)	
外部トリガ入力インピーダンス	約 50 kΩ 25 pF 以下並列	
最大許容入力電圧	100 Vp-p	電圧はDC+ACp-pの値で，ACは1 kHz以下の周波数にて
入力端子	バインディングポスト 19 mm間隔	

外部掃引増幅部

項　目	規　格	注
感　度	1 Vp-p/cm 以上	5×MAGにすると感度は5倍に上昇し0.2 Vp-p/cmになる
感度連続変化	10倍以上に減衰できる	
周波数帯域巾	2 Hz ～ 200 kHz	-3 dB以内 感度連続可変減衰器を感度最大にて
入力インピーダンス	約 100 kΩ 60 pF 以下並列	
最大許容入力電圧	100 Vp-p	
入力端子	バインディングポスト 19 mm間隔	

Z　軸

項　目	規　格	注
感　度	10 Vp-p の入力で変調が見える	
極　性	正極性の信号で輝度が低下	

校正電圧

項　目	規　格	注
波　形	方形波	
極　性	正極性　基準レベルは 0 V	
出力電圧	0.05 V, 0.5 V, 5 Vp-p 3点	
出力電圧誤差	±3 %以内	
周波数	約 1 kHz	

ブラウン管

項目	規格	注
形名	133 mm 丸形	
螢光体	B 1	
加速電圧	約1600 V	
有効面	10 cm（水平）× 8 cm（垂直）	
アンブランキング	DC 結合	
イルミネーション	目盛の明るさを連続可変	

電源

項目	規格	注
電圧	90 V ～ 110 V	
周波数	50 ～ 60 Hz	
消費電力	約30 VA	

機構部

項目	規格	注
寸法	高さ 295 × 幅 206 × 奥行 460 mm	最大部
	〃 276 × 〃 206 × 〃 402 mm	筐体のみ
重量	11 Kg (Approx.)	

付属品

品名	数量
957 M 形低容量プローブ	2
941 B 形端子アダプタ	2
取扱説明書	1

3. 使　用　法

3.1　パネル面の説明（第 3－1 図をご参照下さい。）

POWER ON OFF　電源の開閉スイッチです。

ILLUM　ブラウン管の目盛板照明の明るさを調整するつまみです。

CALIB　感度校正電圧の出力端子です。

FOCUS　ブラウン管の焦点調整ツマミです。

INTEN　ブラウン管の輝度調整ツマミです。

VERTICAL

VOLTS／CM　感度切換のスイッチです。VARIABLEのツマミをCAL'Dの位置に合わせた時 0.01 ～ 20 V／cm の 11 レンジに校正されます。

VARIABLE　VOLTS／CM スイッチの微調整ツマミです。

POSITION　トレースを上，下に移動するツマミです。

INPUT　垂直軸の入力端子です。

AC, DC, GND　入力回路の結合切換スイッチで AC結合，DC結合に選択でき，GNDでは入力端子と増幅器の間が切り離され増幅器側が GND に短絡されます。

CH 1 INV　　ブッシュ，プッシュスイッチで，黄色の表示が出た状態で，CH 1 の極性が180° 反転します。

DC BAL　　垂直軸増幅器の直流バランスを調整する半固定抵抗器です。

MODE　　2現象増幅器の動作を切換えるスイッチで，次の各動作に選択できます。

CH 1　　CH 1 の増幅器のみ動作し，1現象オシロスコープになります。

ALTER　　CH 1 と CH 2 の動作を時間軸の掃引終了ごとに交互に切換えて，二つの現象を管面に画かせます。この方法は掃引時間を遅くすると（2 mS／CM 以下あたりから）二つの現象が同時に観測できなくなります。
ALTER での2現象観測は比較的高い周波数の観測に適しています。

CHOP　　CH 1 と CH 2 の動作を約100 kHz の繰返しによって交互に切換えて，二つの現象を管面に画かせます。この動作は CH 1 と CH 2 のトレースが点のつながりで作られておりますので，掃引時間を速くすると（10 μS／CM 以上），観測波形が見にくくなります。
CHOP での2現象観測は低い周波数の観測に適しています。

CH 2　　CH 2 の増幅器のみ動作し，1現象オシロスコープになります。

TIME-BASE

TIME／CM　　水平，掃引の時間切換スイッチです。
掃引時間は，VARIABLE のツマミが CAL'D の位置で校正されています。

又 TIME／CM スイッチを EXT HORIZ の位置にすると掃引が止まり，水平軸増幅器の入力が HORIZ IN 端子に渉続されます。この時，VARIABLE ツマミは，水平軸増幅器の感度調整器になります。

VARIABLE　水平掃引の微調整ツマミです。このツマミは水平軸増幅器の感度調整器と併用になっています。

EXT TRIG OR HORIZ IN　外部トリガ入力端子と，外部水平入力端子との共用になっています。EXT TRIG IN 端子に加えられた外部信号をトリガ信号とします。また，TIME／CM スイッチを EXT HORIZ の位置にしたとき，この端子は水平軸増幅器の入力端子となります。

STABILITY　水平掃引発振器のスタビリティ調整用半固定抵抗器です。

POSITION　スポット，または，トレースの水平位置調整器です。

PULL 5 × MAG　POSITION ツマミを手前に引くと，水平掃引の振幅が5倍に広がります。この状態では，水平軸増幅器の感度は5倍に拡大されるので，HORIZ IN 端子を用いる時感度は引いた位置で約 0.2 Vp-p／cm，押し込んだ位置で約 1 Vp-p／cm になります。

TRIGGERING

SOURCE　トリガ信号源の選択スイッチです。

NORM ;　管面の波形がトリガ信号源になります。

CH 2 ONLY ;　CH 2 の入力波形がトリガ信号源になります。

LINE ; 電源の周波数及び波形がトリガ信号源になります。

EXT ; EXT TRIG 端子に加えられた信号が，トリガ信号源になります。

SLOPE ± トリガ信号波形のスロープを選択するスイッチで，＋の時，波形の下から上へ向うスロープでトリガし，－の時，上から下へ向うスロープでトリガします。

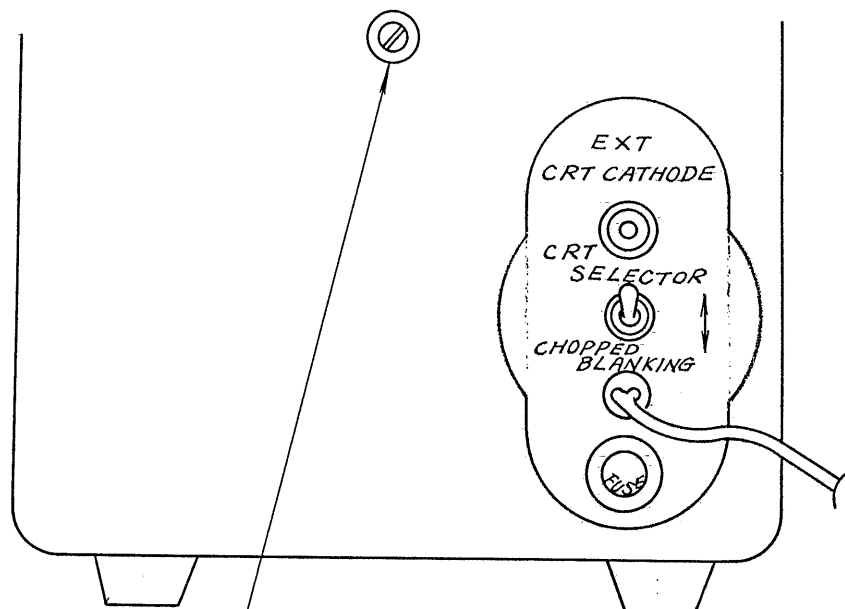
LEVEL トリガレベルの調整ツマミです。
LEVEL の調整器は，トリガ信号波形のどの点から掃引が開始されるかを決めます。
このツマミを左方向へ回し切った位置 AUTO では，トリガレベルの選択は行なわれず，自動的に掃引を行ないます。

パ ネ ル 面

INTEN
FOCUS
CALIB
5
.5
.05
VP-P
ILLUM
POWER
ON
OFF
POSITION
DC BAL
MODE
CH1 ALTER CHOP CH2
CH1 INV
DC BAL
POSITION
TIME/CM
VARIABLE ← CAL'D
POSITION
PULL
5×MAG
VOLTS/CM
VARIABLE ← CAL'D
1 .5 .2 .1 .05 .02 .01 20 10 5 2
VOLTS/CM
VARIABLE ← CAL'D
1 .5 .2 .1 .05 .02 .01 20 10 5 2
mS
Sec
μS
STABILITY
TRIGGERING
LEVEL
SLOPE
+
−
SOURCE
EXT HOR VAR
INT
NORM
CH2 ONLY
LINE
EXT
EXT TRIG OR HORZ IN
AUTO
GND
CHANNEL1
INPUT
AC
DC
GND
CHANNEL2
INPUT
AC
DC
GND
MODEL 553A OSCILLOSCOPE
傾 斜 台

第 3－1 図

3.2　背面パネルの説明（第3－2図をご参照下さい。）

CRT SELECTOR	ブラウン管（以下CRT）のカソードの接続を切換えるスイッチで，上にたおすとEXT CRT CATHODE端子に接続し，下にたおすと内部のチョップドブランキング信号に接続します。通常は下にたおしておきます。
EXT CRT CATHODE（Z軸端子）	外部からCRTのカソードへ信号を加える端子で輝度変調信号を加える場合との端子を使います。

ASTIG CRTのアスチグマチズム調整用可変抵抗器です。

第3－2図

3.3　取扱上の注意

電源電圧について

本機は，1次供給電圧が 90 ～ 110 V の範囲で安全に使用できますが，最大の信頼性と長い部品寿命を維持するため，出来るだけ 100 V近くで使用するのが理想的です。

本機はブラウン管の高圧供給電圧が安定化されていますので，普及形オシロスコープにありがちなブラウン管の INTENSITY ツマミの調整や，1次供給電圧の変動でおきる偏向感度の変化が極めて少なくなっております。

設置場所について

設置場所の周囲温度は 0 ～ 40 ℃ の範囲でお使い下さい。

ほこりや湿度の高い場所はさけ，発熱する他の機器と隣接して使用する場合は，通風を充分考慮して下さい。また，強力な磁界の近くや腐蝕性ガスのある場所での使用は，本機に極めて悪影響をおよぼしますので避けて下さい。

各端子の許容電圧

各入力端子および付属のプローブは，つぎのように，最大許容入力電圧が規定してあります。規定以上の電圧を加えますと，故障することがありますのでご注意下さい。

CH 1 および CH 2 の入力端子	VOLTS/CMが10mV／cmの時	400 Vp-p
	10mV／CM以外のレンジで	600 Vp-p
付属のプローブ		600 Vp-p
EXT HORIZ IN 端子		100 Vp-p
EXT TRIG IN 端子		100 Vp-p
Z AXIS 端子		100 Vp-p

ブラウン管の輝度について

輝度を明るくしすぎたり，スポットのままで長時間放置しないで下さい。ブラウン管の螢光体を焼くことがあります。

偏向特性の注意

4～5 MHz 以上の高周波の観測は，振幅ひずみがでますので，振幅4 cm以下でご使用下さい。

3.4 操　作

電源を入れる前に，正面パネルのツマミをつぎのように設定して下さい。

INTEN		右回し一杯
FOCUS		約中央
MODE		CH 1
TRIGGERING	LEVEL	AUTO
	SOURCE	NORM
	SLOPE	+

電源コードを AC 100 V に接続し，POWER スイッチを ON 側に倒します。

約15秒で管面に明るい輝線が出ますので，INTEN を少し左へ回して，適当な明るさに調整します。

フォーカスを合わせる

垂直 POSITION および，水平 POSITION を操作して，輝線を管面の中央へ合わせてから，FOCUS ツマミで最も鮮明になるように合わせます。

信号を加えて，管面に波形を出す

本器の校正電圧を加えて管面に校正電圧の波形を出して見ます。

リード線で，CAL OUT の 0.05 Vp-p 端子と，CH 1 の INPUT 端子を接続してツマミを，つぎのように設定します。

AC，DC，GND	(CH 1)	DC
VOLTS／CM	(CH 1)	10 mV
VARIABLE	(CH 1)	CAL'D
TIME／CM		0.5 mS
VARIABLE		CAL'D
TRIGGERING LEVEL		AUTO

以上のように設定すれば，垂直振幅5cmの方形波が観測できます。
VOLTS／CM ツマミを左回しに1段ずつ切換えてゆくと，垂直振幅が減衰してゆきます。VARIABLE ツマミを左へ回すと，振幅が連続的に減衰します。
以上の操作によって，入力信号とVOLTS／CM 及び VARIABLE の関係がわかります。

時間軸及びトリガについて

校正電圧は，約1 kHz の方形波なので，TIME／CM ツマミが 0.5 mS レンジのとき，方形波の一つのくり返しが，水平方向に約2 cmの長さで観測できます。TIME／CM ツマミを右方向へ切換えてゆくと，時間軸の掃引時間が速くなり，VARIABLE ツマミで掃引時間を連続的に変えられます。したがって，観測中の校正電圧の方形波の全体から，波形の一部分を観測することができます。

TIME／CM ツマミを右方向に切換えてゆくと，第3－3図のように，方形波の立上り部分が拡大されて観測できます。SLOPE を＋より－に切換えると，掃引開始点が方形波の立上り部より立下り部に移ります。

又，TRIGGERING LEVEL ツマミを AUTO から右へ回すと，一時トレースが消え，中程でトレースが現われ，かつ，このツマミにより掃引開始点がほぼ頂点から頂点まで変えられます。

この状態で CH 1 の入力をなくすと（AC，DC，GND スイッチを GND にする）掃引は停止します。

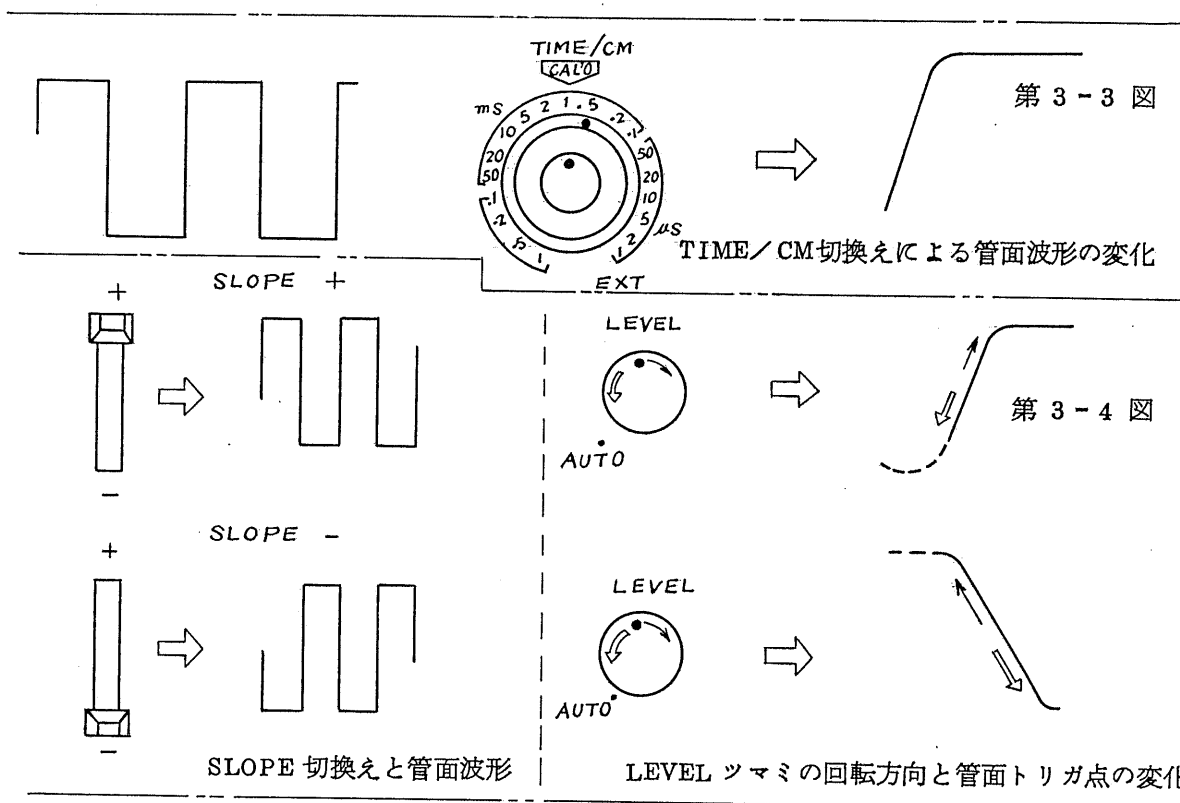
通常の観測では，LEVEL ツマミは AUTO で使用します。

第3－3図

TIME／CM切換えによる管面波形の変化

第3－4図

SLOPE 切換えと管面波形

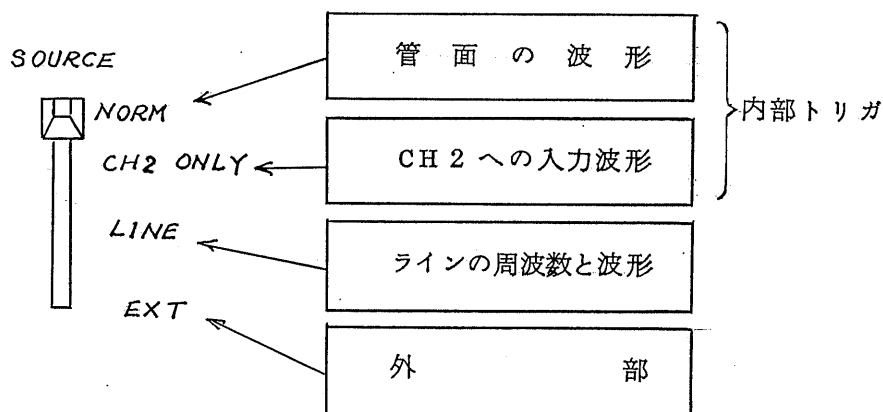
LEVEL ツマミの回転方向と管面トリガ点の変化

トリガ信号源の種類について

入力信号波形を管面に止めて見るためには，時間軸のトリガ回路に，入力信号波形か，または入力信号と時間的に一定の関係にある信号を加えてトリガ回路を動作させる必要があります。

TRIGGERING SOURCE スイッチを NORM（管面波形の信号）または CH 2 − ONLY（CH 2 への入力回路）に切換えて，入力信号をセット内部を通じてトリガ回路へ加えます。この方法を内部トリガと呼びます。

TRIGGERING SOURCE スイッチを EXT に切換えて，外部から入力信号と同じ信号か，または入力信号と時間的に一定の関係にある信号を，トリガ回路に加えます。この方法を外部トリガと呼びます。

TRIGGERING SOURCE スイッチを LINE に切換えると，セット内部で電源のライン周波数の波形がトリガ信号となってトリガ回路に加わります。これをライントリガと呼びます。

SOURCE スイッチの切換えによるトリガ信号源の選択

第3−5図

内部トリガ（NORM，CH 2，ONLY）

内部トリガの場合は，入力信号が垂直軸増幅器の途中からトリガ回路へ内部接続されます。NORM の位置では管面の波形がトリガ信号となり，CH 2 ONLY の位置では CH 2 の入力信号だけがトリガ信号となります。これらは低い電圧の入力信号でも適当な電圧に増幅されてトリガ回路に加わります。従って操作が簡単です。

外部トリガ（EXT）

外部トリガは，垂直偏向系の影響を受けずに，トリガ回路を動作できます。例えば内部トリガの場合に，VOLTS／CM を切換えたり，VERTICAL POSITION を回したりすると，トリガ回路に加わる電圧が変ります。したがって入力信号の波形によっては，その都度 TRIGGER LEVEL を操作する必要のときがあります。このような場合には外部トリガにすれば，垂直偏向系のツマミをどのように動かしても，外部トリガ信号波形が変化しないかぎり，確実にトリガさせることができます。

ライントリガ

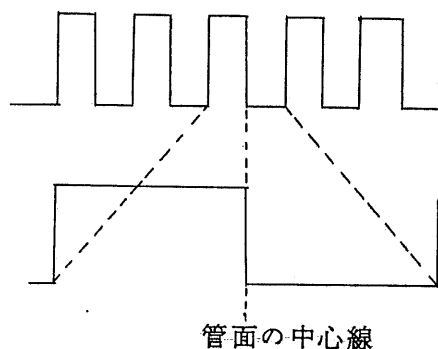
ライントリガは，ライン周波数のトリガ信号が電源トランスの２次側から直接トリガ回路へ接続されるので，垂直偏向系の影響がなく，ライン周波数の波形を観測するとき便利です。

掃引拡大

入力信号の一部を拡大して観測する場合は，掃引時間を速くすればよいのですが，掃引のスタート点から遅れた部分を拡大して見たいとき，掃引時間を速くすると，その見たい部分は管面外へ出てしまうことがあります。このような場合，水平軸の POSITION ツマミを手前に引出します。この状態で５倍のマグニファイヤが働き，トレース幅が５倍に拡大されます。拡大した時の掃引時間は TIME／CM の指示値に 1／5 を乗じた値になります。したがって，最高掃引時間は，拡大しないときの最高掃引時間 1 μS／CM に対して，拡大すると，0.2 μS／CM となります。

このように，掃引拡大すると，最高掃引時間を速くすることができますが，拡大することによって輝度が低下し，また 1／5 を乗ずることを忘れるおそれがありますので，つぎの場合以外は，拡大しない方がよいでしょう。

1）掃引のスタート点から離れた部分を拡大して見たい場合

2）1 μS／CM より速い掃引をさせたい場合

第 3－6 図

2現象動作

まずMODEスイッチをALTERに切換えます。前項までの操作でCH 1には校正電圧が，CH 2 には，1本の水平輝線があらわれます。ここで，トリガの状態は，NORMで行なった，つまり管面波形がトリガ信号源となっているのでトリガ信号は連続した1 kHz の方形波ではなく，1回の掃引ごとに零となります。したがって，トリガの状態が不安定となりますので，CH 1，GH 2に同時に校正電圧を加えて下さい。管面には，校正電圧の方形波が二つあらわれます。POSITIONを操作して，例えばCH 1側を管面の上半分に，CH 2側を管面下半分に合わせます。

この場合も，トリガはNORMの状態なのでトリガ信号は管面波形と同じ形になります。したがって第3－7図のような形のトリガ信号となり，トリガは不安定となります。

このような状態のとき，トリガ信号源をCH 2から取れば，管面の状態に左右されず安定なトリガ状態にできます。この切換えは，TRIGGERING SOURCEスイッチをCH 2 ONLYにすることによって得ることができます。

第3－7図

つぎに，TIME／CM を左回しに切換えていってください。ALTER では，CH 1 と CH 2 を交互に掃引しているので，同時観測ができなくなります。したがって周波数の低い入力信号を2現象で観測するには，つぎに述べる CHOP を使用します。

MODE スイッチを CHOP に切換えて下さい。この場合 ALTER とは逆に掃引時間を速くすると，トレースが点線状態になって観測できます。

このように ALTER と CHOP を使い分けることによって TIME／CM の全レンジにわたって，2現象観測ができます。

ーXYスコープとしての操作ー

ツマミを次のように設定して下さい。

MODE	CH 1
TIME／CM	EXT HORIZ

以上の操作でXYスコープの準備ができました。つぎに校正電圧を CH 1 と EXT HORIZ IN 端子へ加えて，適当な振幅となるように，CH 1 の VOLTS／CM と HOR GAIN ツマミで調整して下さい。管面の対角線上にスポットが二つあらわれます。これは，周波数比 1：1，位相差 0° のリサージュ図形です。

4. 測定方法

4.1 入力信号の接続について

本器の信号入力端子から見た入力インピーダンスは，抵抗分 1 MΩ 並列容量 38 pF で，付属のプローブを使用した時，抵抗分 10 MΩ 並列容量 13 pF 以下となります。

本器と観測信号源の接続方法は種々ありますが，主なものに普通の被覆線を用いる方法，シールド線を用いる方法，プローブを用いる方法，同軸ケーブルを用いる方法などがあります。これらの方法は次のように条件によって使い分けられます。

入力信号源の出力インピーダンスの大小
入力信号の大きさと周波数
外部からの誘導
入力信号源とオシロスコープ間の遠近

入力信号の種類による接続方法を分類すると第 4－1 表のようになります。

入力信号の種類 ＼ 接続方法			被覆線	シールド線	プローブ	同軸ケーブル	その他
低周波	低インピーダンス	近	○	○	○	○	
		遠		○		○	
	高インピーダンス	近		○	○		
		遠		○			
高周波	低インピーダンス	近			○	○	
		遠				○	
	高インピーダンス	近			○	○	
		遠					

第 4－1 表

被覆線を用いる方法

垂直軸の入力端子に付属の 941 B形端子アダプタをとりつけて，このアダプタに被覆線を接続します。この方法は簡単でしかも入力信号が減衰しない利点があります。しかし被覆線がやや長い時や，入力信号源の出力インピーダンスが高い場合は，外部から誘導を受け，観測に支障をきたします。

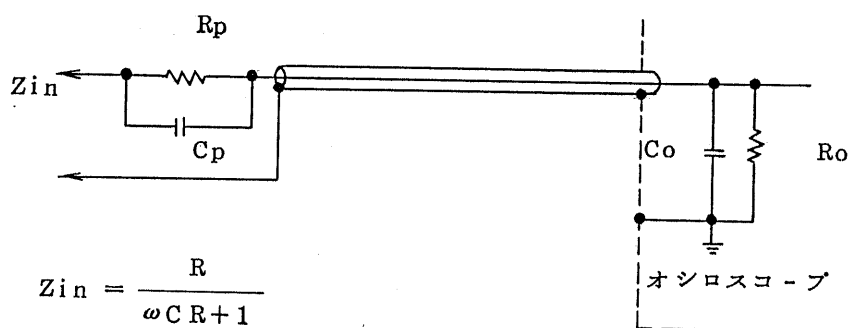
又対アース間の漂遊量も大きく，付属の減衰比 10 ： 1 のプローブを使用した時に比べると　被測定回路等に及ぼす影響は大きくなります。

シールド線を用いる方法

シールド線を使用することにより，外部からの誘導を防止できます。しかしシールド線の容量は 50 pF／m ～ 100 pF／m 等と大きいので，入力信号源の出力インピーダンスが高い場合は適しません。また，高周波にも適しません。

プローブを用いる方法

本器に付属の減衰比 10 ： 1 のプローブを用います。第 4－1 図のようにリード自体がシールドされており，減衰用抵抗器 Rp と，その並列容量 Cp とで広帯域の減衰器を作っておりますので，入力信号源の出力インピーダンスが高い場合や，高周波に適します。

プローブを用いたときの入力インピーダンス

$$Zin = \frac{R}{\omega CR+1}$$

$$R = Rp + Ro$$

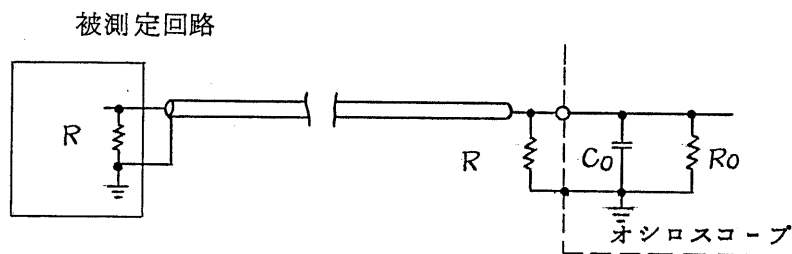
$$C = \frac{Cp \times Co}{Cp + Co}$$

$$Cp = \frac{Co \times Ro}{Rp}$$

第 4－1 図

（Co はケーブルの容量も含む）

同軸ケーブルを用いる方法

入力信号源の出力インピーダンスが50Ω，75Ω等のときは，インピーダンスの合った同軸ケーブルを用い，マッチングをとることにより，高周波まで減衰しないで伝送することができます。マッチングをとる場合第4－2図のようにオシロスコープの入力側で行なって下さい。

第4－2図

4.2　電圧の測定

直流電圧の測定

時間軸を自励掃引にして，TIME／CMは1mS／cm前後にセットし，掃引線を出しておきます。

つぎに垂直軸入力のAC，DC，GNDをGNDにします。この時の掃引線の垂直位置が第4－3図のように垂直入力0Vの位置となるので，管面上の測定しやすい位置に設定します。その後，AC，DC，GNDスイッチをDCにし，被測定点の電圧を垂直軸の入力に加え，その時の掃引線の移動を管面目盛上で読みとります。

被測定点に触れた時，掃引線が管面外へ出てしまう場合には，VOLTS／CMを左回りに切換えて測定しやすい位置に移動するようにします。

移動の方向が測定前の位置より上方であれば，電圧の極性は＋，下方であればーとなります。

管面目盛で読みとった垂直振幅cmから（4・1）（4・2）式で求まります。減衰比10：1のプローブを用いた場合

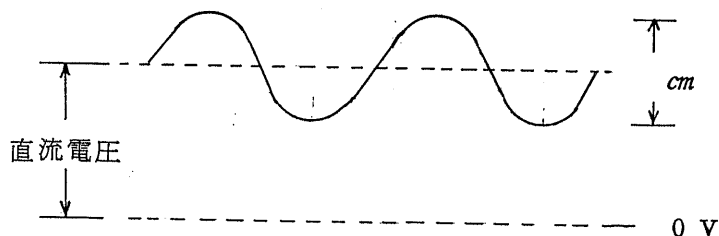
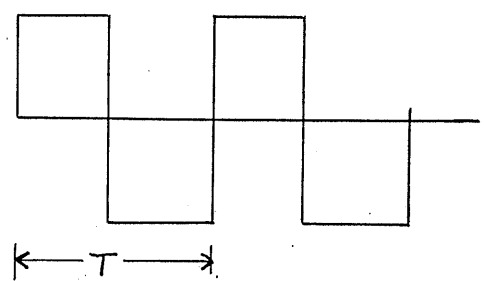
電圧V＝VOLTS／CMの指示値×振幅cm×10………（4・1）

直接入力端子へ加えた場合

電圧V＝VOLTS／CMの指示値×振幅cm………………（4・2）

交流電圧の測定

第4－3図のように交流電圧が直流電圧に重畳されている場合，AC，DC，GND スイッチを DC にすると，直流電圧が交流電圧に比べ高いと，直流電圧のため掃引線が管面外に出てしまいます。したがって交流電圧の部分が観測できなくなります。この場合，垂直 POSITION によって交流電圧部分を管面内へ移動できるときもありますが，測定誤差を生じますのでさけて下さい。VOLTS／CM を切換えて交流電圧部分を管面内にだすこともできますが，振幅が小さくなるので正確な測定が困難になります。

このような場合は AC DC GND スイッチを AC にします。AC にすると垂直入力に直列にコンデンサが接続され，直流電圧がカットされます。従って交流電圧のみ充分拡大して測定することができます。この時の振幅cmから（4・1）（4・2）式によって算出することができます。

第4－3図

（AC で観測すると低周波信号では約3 Hz で －3 dB 減衰します）
（4・1）（4・2）式で算出された交流電圧は，尖頭値（V_{p-p}）となります。

正弦波の実効値（Vrms）は（4・3）式で求めます。

$$電圧(V_{rms}) = \frac{電圧(V_{p-p})}{2\sqrt{2}} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4・3)$$

4.3　時間の測定

時間間隔の測定

波形の任意の2点間の時間間隔測定はTIME／CMのVARIABLEをCAL'Dすることによって，TIME／CMの指示値から直読できます。まずTRIGGERING LEVELをAUTOにしてトリガさせます。つぎに第4－4図のように波形の2点間の間隔が測定しやすいようにTIME／CMを切換えます。

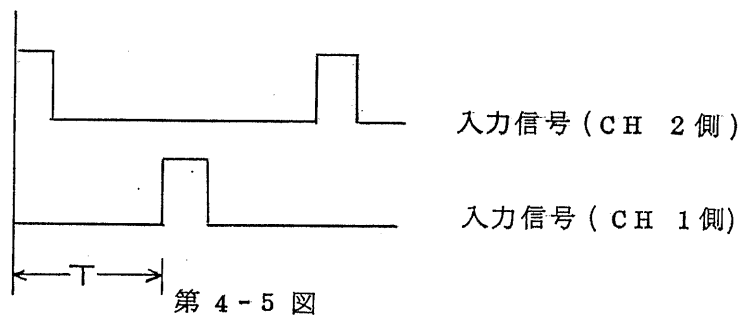
時間T（sec）＝TIME／CM(sec）×管面の長さ(cm)×拡大器の倍率の逆数 ………………………………………（4・4）

（4・4）式で拡大器の倍率の逆数は，拡大しない時は，1で，拡大した時は，0.2となります。

第4－4図

時間差の測定

同じ周波数をもつ二つの信号間の時間差の測定は，ALT又はCHOPの2現象によって測定できます。

まずTRIGGERING SOURCEをCH2 ONLYにし，時間的に速い方の信号をCH2へ，遅い方の信号をCH1へ加えます。管面には第4－5図のような波形が得られるのでTを読みとり（4・4）式で算出します。

第4-5図

周波数の測定

周波数の測定には次の三つの方法があります。

第1は1サイクルあたりの時間を（4・4）式で求め，（4・6）式から周波数を算出する方法です。

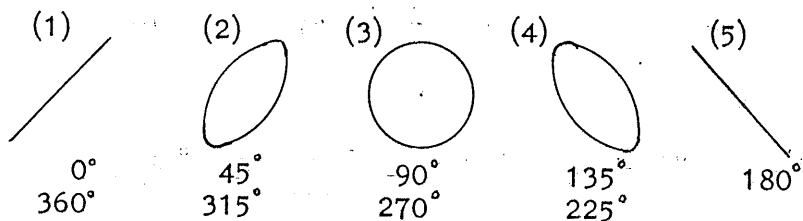
$$\text{周波数 } f\ (\text{Hz}) = \frac{1}{\text{周期 } T\ (\text{sec})} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (4\cdot 6)$$

第2は数10サイクル（10〜20サイクル）あたりの時間を求めます。水平方向の目盛10 cmの中に入る周期の数Nを数えて，（4・7）式で算出します。

$$\text{周波数 } f\ (\text{Hz}) = \frac{N}{\text{TIME/CM の指示値 (sec)} \times 10} \cdots (4\cdot 7)$$

この方法は前者にくらべNが大きい場合に測定誤差を小さくすることができます。

以上の二つの方法は，時間測定による周波数の測定ですが，周波数が10 kHz以下で，波形が正弦波のように単純な波形の場合は，XYスコープにしてリサージュ図形を描かして周波数を測定できます。XYスコープにするにはTIME／CMをEXT HORIZに切換えます。つぎにCH 1に未知の信号を加え，EXT HORIZ IN端子に既知の信号を加え，垂直，水平振幅とも4 cmになるようにVOLTS／CMおよびEXT HORIZ VARを操作します。

つぎに既知信号の周波数を変化させてゆくと，第4-8図のような1：1のリサージュ図形が描けます。周波数比が1：1のリサージュ図形は円，楕円，直線のいずれかであり，1：1に近づくと(1)→(5)→(1)と図形が連続

第4-8図

的に往復します。さらに近づくと変化はゆっくりとなり，一致すればいずれかの形のまま静止します。

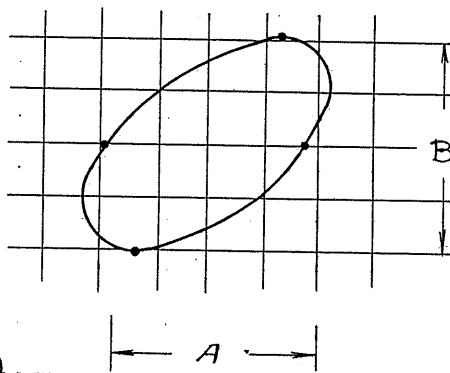
この時の既知周波数が，求める周波数と等しくなります。

いろいろな周波数比の時も，図形から未知周波数を求めることができますが，周波数を広範囲に連続的に可変できる発振器を用いて，周波数比1：1の図形を用いるのが，もっとも容易で正確な方法です。

位相差の測定

リサージュ図形による測定

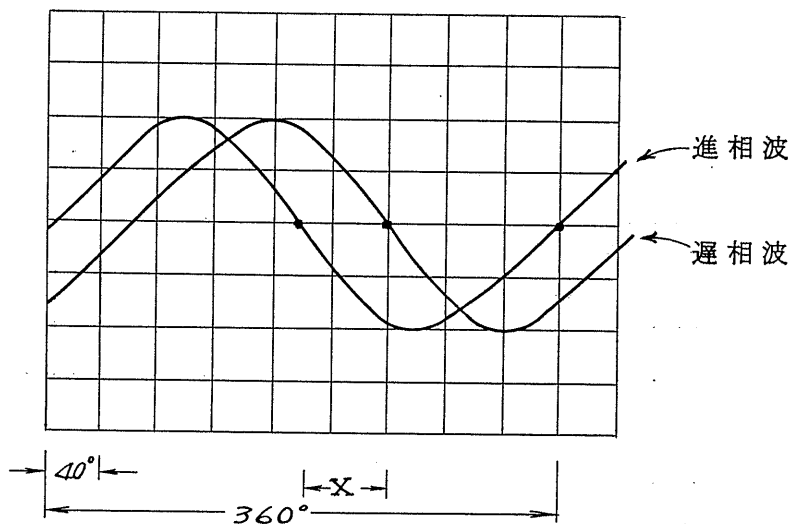
（周波数の等しい二つの信号間の）

周波数測定で述べたようにXYスコープにしてリサージュ図形を描かせます。第4－9図より

角位相　$\sin\theta = \frac{A}{B}$ …… （4・8）

第4－9図

2現象動作による測定

（周波数の等しい二つの信号の場合）

時間差の測定の場合と同様，トリガはCH 2 ONLYにします。第4－10図に二つの正弦波の位相測定例を示します。

第4－10図

まずTIME／CMとVARIABLEを操作して1サイクルを水平目盛の9cmに合わせます。同時にTRIGGERING LEVELを操作して，トリガ点を正確に水平目盛の中心線に合わせます。第4－10図は正しく合わせた状態で，1サイクルは360°なので．水平方向の1cmは40°になっております。第4－10図のXは1.5cmなので

位相差（度）＝進相波．遅相波間の水平方向の隔たりX×40°　…………　（4・9）

（周波数の異なる二つの信号の場合）

二つの信号の周波数が異なる場合（ただし二つの周波数は整数比関係にある）には．周波数の低い方の信号でトリガさせる必要があります。従って低い方の信号をCH2に加えトリガはCH2 ONLYで使います。　これを逆にしてトリガすると．一方の低い方の信号はトリガしません。

5. 回路の説明

5.1 垂直軸系

553 A形の垂直回路は，AC，又はDCで 10 mV／CM の最大感度をもっています。回路は初段にFETを用い，多段の差動増幅器から構成され，初段のFET回路はもちろん，3段目までの差動増幅器には，温度変化に対する考慮が充分払われています。

入力減衰器

VOLTS／CM スイッチは，11の校正されたレンジを切換えるため，周波数補償したアッテネータを入力回路に挿入しています。

DC BAL

CH 1 では，Q_{201}，Q_{202}，CH 2 では Q_{205}，Q_{206} のソース電流がおのおの同じになるように R_{209}，R_{223}，を調整し，決定されています。DC, BAL が正しく調整されていれば，VARIABLE 及び VOLTS/CM を回してもCRTトレースの位置は変りません。

入力ソースフォロワ

ソースフォロワ Q_{201}，Q_{202}，(CH 1)，Q_{205}，Q_{206}，(CH 2) は，VARIABLE を変化させたとき，入力回路が受ける容量変化を切り離し，また，入力抵抗を高める働きがあります。

R_{202}，R_{203} (CH 1)，R_{217}，R_{218} (CH 2) は，入力端子に過大な電圧が印加されたとき，FETの破損を防止するための，電流制限抵抗器です。

エミッタ　フォロワ

エミッタフォロワQ_{203}, Q_{204} (CH 1), Q_{207}, Q_{208} (CH 2) は，次段への低インピーダンスドライブに使われています。

差動増幅器

Q_{301}, Q_{302}, (CH 1), Q_{314}, Q_{315}, (CH 2) は差動増幅器で，R_{306}, R_{362} は，VOLTS／CM スイッチの最高感度のレンジを校正する感度調整器です。R_{305}, R_{361}は，パネル面に直結されたVOLTS／CM VARIABLE です。

この段より出力は，ダイオードゲート回路を通り，共通出力増幅器へ送られます。

CH 1 INV スイッチ

S_{302} は前段からの信号の極性を切換えるスイッチです。

CH 2 ONLY

CH 2 に3段増幅器のトリガ増幅器を持っています。この増幅器は，Q_{316}, Q_{317}, Q_{318}, で信号を適当な振幅に増幅し，トリガー信号にしています。

スイッチング回路

スイッチング回路は，二つのダイオードゲート回路と，ブロッキング発振器，マルチバイブレータとで構成されています。CH 1 のみの動作では，Q_{311} のブロッキング発振器と，Q_{312}, Q_{313} のマルチバイブレータが働きを休止しますが，Q_{312} が導通し，Q_{301}, Q_{302} のエミッタに電圧が供給されるので，CH 1 は動作状態になります。一方，CH 2 は，Q_{313} が遮断状態で，Q_{314}, Q_{315} のエミッタに電圧が供給されないので CH 2 の動作は停止状態になります。

出力増幅器

前段の入力増幅器 Q_{305}，Q_{306} のエミッタ フォロワより送られた信号を適当な振幅に増幅して，CRTの電子ビームを偏向する直流増幅器です。Q_{307}，Q_{308} に加えられた信号は，ベース接地として動作する Q_{319}，Q_{320} エミッタをおのおのドライブします。

NORMトリガ信号は，Q_{306} エミッタ フォロワから取り出され Q_{309} を通して，時間軸へ供給されます。Q_{307}，Q_{308} のエミッタ間に入っているコンデンサは，この段の高域補償です。

5.2 水平軸系

トリガ増幅器

Q_{401}，Q_{402} の回路は，トリガー信号の負方向または正方向，いずれの部分に対しても，負方向出力を出すように S_{402} が配置されています。次段の Q_{403}，Q_{404} シュミットトリガ回路が AUTO の動作では，これらのバイアスは固定され，出力はコンデンサ結合で次段へ供給されます。シュミット回路が TRIGGER 動作になると，R_{425} で Q_{402} を通して Q_{403} の動作点を変化させます。

シュミットトリガ回路

Q_{403}，Q_{404} シュミットトリガ回路がトリガ信号を一定振幅に変換し，次段の掃引発生器に入力とは無関係な一定振幅のトリガを加えます。

掃引発生器

Q_{501}，Q_{502} のシュミットは単安定マルチバイブレータの動作をし，Q_{502} のコレクタ側よりブランキング信号を取り出し，Q_{503} で増幅し CRT に加えられます。掃引発生回路のトリガ入力は負の信号で動作を開始し，Q_{504} がミラーランアップを始めます。この出力は，Q_{508} エミッタ フォロワで取り出さ

れ，その一部をホールドオフ回路 Q_{507}，CR_{505}，QCR_{501}，R_{504} を通し，初段の Q_{501} の動作を適当な時間だけ固定します。

R_{501}，R_{502}，R_{503}，QCR_{502} は，Q_{501} のバイアス電流を微調するための STABILITY 回路です。

水平増幅器

掃引発生器から供給された掃引信号を適当な振幅に増幅して CRT の偏向板へ加える増幅器です。掃引信号は Q_{704} エミッタ フォロワを通して，Q_{707} に加えられ，ベース接地として働く Q_{706} のエミッタをドライブします。Q_{706} の出力は偏向板に大きな電圧として加えられます。また R_{714} は水平軸のポジションを変化させるためのもので，Q_{705} の動作点を変化させています。

Q_{707}，Q_{708} のエミッタ間に入っているコンデンサ C_{707} は高域補償用で，R_{728} は，この段の感度を調整する半固定抵抗器です。R_{734} は 5 × MAG の感度校正用半固定抵抗器です。

5.3　感度校正器

約1000 Hz の正進行方形波発生器で，Q_{801}，Q_{802} は自走マルチバイブレータで，Q_{802} のコレクタと出力を次段の Q_{803} へ供給します。

Q_{803} と CR_{801} はリミッタとして動作し，その負荷抵抗を分圧して 3 種類の出力を得ています。

5.4　高圧整流回路

CRT の加速電圧は，電源トランスの出力 約AC 250 V を 6 倍圧整流して作られます。Q_{901}，Q_{902} は電源電圧変動，および負荷の変動に対して一定の加速電圧を得る為の制御回路で，6 倍圧整流回路を制御しています。

5.5　CRT回路

アンブランキング信号は，時間軸の掃引が終了し，つぎの掃引が始まるまでCRTをカットオフする方式で，掃引発生器 Q_{503} からブランキング信号を R_{514}，R_{926}，R_{927}，R_{928}，C_{918} を通して，CRTのコントロールグリッドに加えられます。

Q_{903} は，定電流動作をし，Q_{503} からのブランキング信号を R_{514}，R_{926}，R_{927} を通すことによって積分され，波形の劣化を防止する役目をしています。またチョップドブランキング信号は，ブロッキング発振器よりエミッタ　フォロワ Q_{310} を通してブラウン管のカソードへ加えられます。

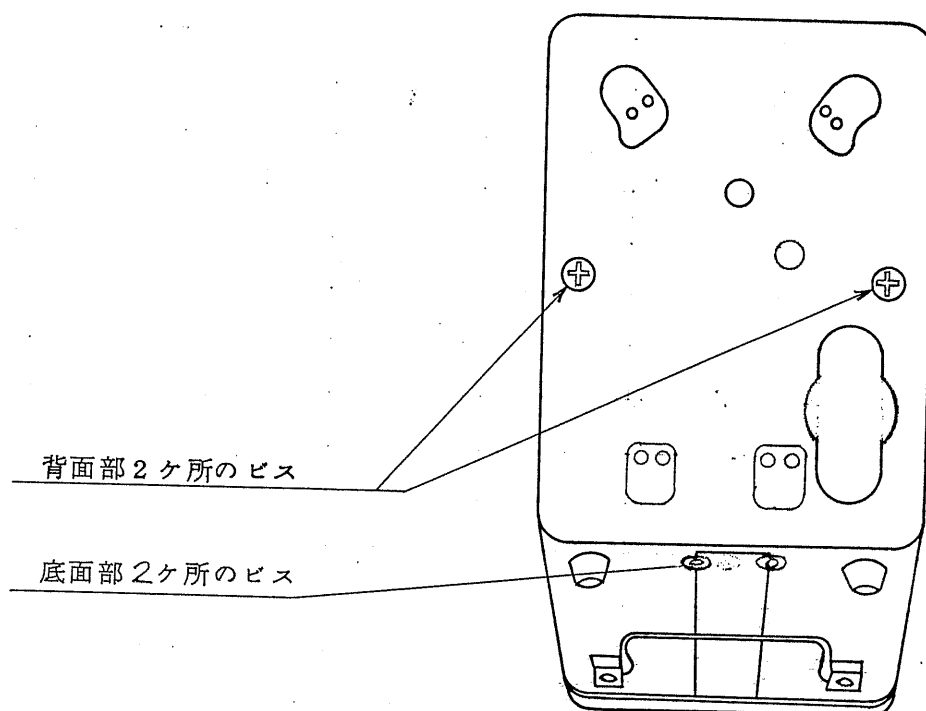
5.6　電源回路

電源の出力は安定化された＋15 V，＋50 V，－50 V の3出力と＋200 V の非安定化出力を持っています。安定化電源はすべてトランジスタを用いた，直列制御回路を採用しています。

6. 校　　正

6.1 外筐のはずし方

長期間の使用により，部品の特性が変化し，測定の誤差が増加した時は，校正しなければなりません。

校正に必要な調整個所はケース内部にありますから，ケースの背面部2ケ所のビスと，底面部2ケ所のビスを取りはずし，本体をケースから引き出して行ないます。

第6-1図

高圧に触れると非常に危険ですから，以上の操作は必ず電源を切ってから行なって下さい。

6.2 調　　整

DC BAL の調整

1) MODE スイッチを CH 1 にし，AC, DC, GND スイッチを GND にします。

2) 垂直 CH 1 の POSITION を回して，輝線をスケールの中央に合わせます。

3) VOLTS／CM の VARIABLE を回してみます。このツマミで回すことにより輝線が上，下に移動するときは，DC BAL で動かないように調整します。

DC BAL を回すと，輝線の垂直位置が上，下するのでその都度垂直 POSITION でスケールの中央に合わせて下さい。

CH 2 の調整も上記と同様です。

STABILITY

1) 10kHz ～ 50kHz の範囲の正弦波を CH 1 垂直入力端子へ加えます。

2) VOLTS／CM スイッチで垂直振幅 1 cm に TIME／CM で波形の 1 周期～ 2 周期分を画かせます。

3) TRIGGERING LEVEL は AUTO の位置に，SOURCE は NORM に，SLOPE は＋にセットします。

4) R_{502} STABILITY 調整用，半固定可変抵抗器を左へ回すと，掃引が停止しますから，停止する少し手前にセットします。

半固定可変抵抗器の取付場所はパネル面です。

5) TIME／CM と VARIABLE を交互に回し，同期がどのレンジでも安定かどうかを確認します。

6) 観測周波数を 20Hz ～ 7 MHz に拡げ，この範囲で同期を確認します。

もし不安定ならば，もう一度 STABILITY を調整します。

ASTIG の調整

ケース背面の半固定抵抗器プリント基板に取付いています。

1) スケール全面に正弦波を画かせます。

2) 全面の輝線が一様な太さになるように，FOCUS と共同で，ASTIG を調整します。

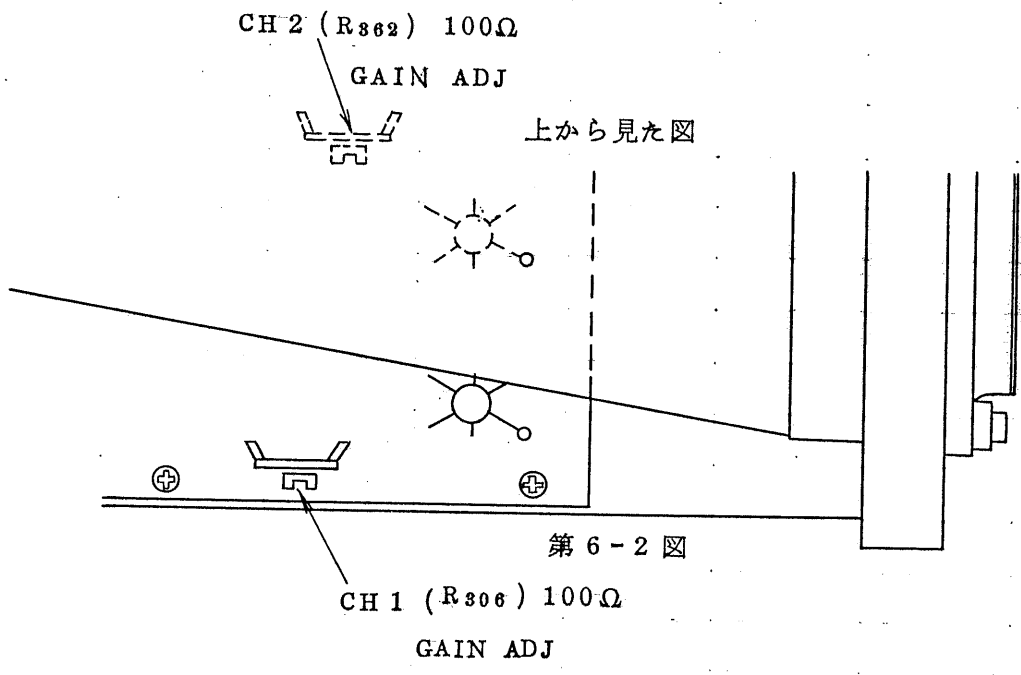
6.3　垂直軸電圧感度

1）　VOLTS/CM を 0.01

2）　VARIABLE を CAL'D

3）　垂直入力に 0.04Vp-p の方形波を加えます。

4）　垂直振幅が4 cmになるように R_{306}（CH 1），R_{362}（CH 2）を調整します。

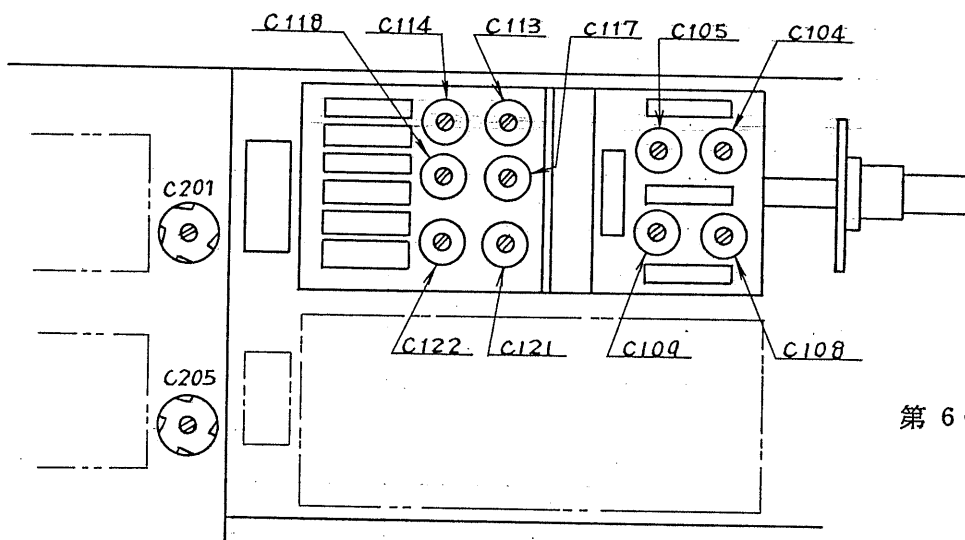
第6－2図

6.4　VOLTS／CM スイッチの校正

このスイッチは入力容量と周波数特性の調整を行ないます。

入力容量

1) 垂直入力端子に 38 pF 前後の容量が測れる容量計を接続します。
2) VOLTS／CM を 0.01
3) C_{201} (CH 1), C_{205} (CH 2) で入力容量を 38 pF に調整します。
4) VOLTS／CM を 0.02
5) C_{104} で入力容量 38 pF に調整

以下次の表の順序で調整します。

VOLTS／CM	トリマコンデンサ	調整値
0.01	C_{201} (CH1), C_{205} (CH2)	38 pF
0.02	C_{104}	〃
0.05	C_{108}	〃
0.1	C_{113}	〃
1	C_{117}	〃
10	C_{121}	〃

第 6-3 図

トリマコンデンサの配置場所は CH 1, CH 2 とも同一場所ですが，プリント基板は別々です。

周波数特性（コンペンセータ）

1）くり返し周波数1 kHz，出力電圧 0.04 ～ 80 Vp-p をカバーする高品位の方形波発生器を垂直入力端子へ加えます。

2） VOLTS／CM を 0.02

3） C_{105} ～ C_{122} で第6－4図のように波形を調整以下次の順序で調整します。

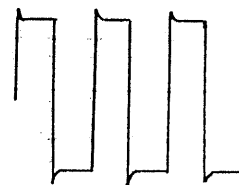
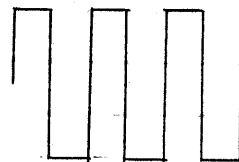
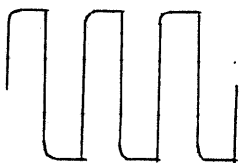
VOLTS／CM	トリマ　コンデンサ
0.02	C_{105}
0.05	C_{109}
0.1	C_{114}
1	C_{118}
10	C_{122}

否

良

否

トリマ　コンデンサの配置場所はCH 1 CH 2 とも同一場所ですが，プリント基板は別々です。

4）以上の操作を行なうと，入力容量が少し変化するので，入力容量を再調整して下さい。

第6－4図

6.5　校正電圧の調整（CALIB Vp-p）

VOLTS／CM は各レンジとも電圧感度が校正済みであること。

1） CH 1 の VOLTS／CM を 1 V

2） VARIABLE を CAL'D

3） CALIB の 5 Vp-p 出力を CH 1 の入力端子に加えます。

4）垂直振幅が5 cmになるように R_{809} を調整します。

6.6　掃引時間の調整

1）タイムマークジェネレータを垂直入力端子へ加えます。

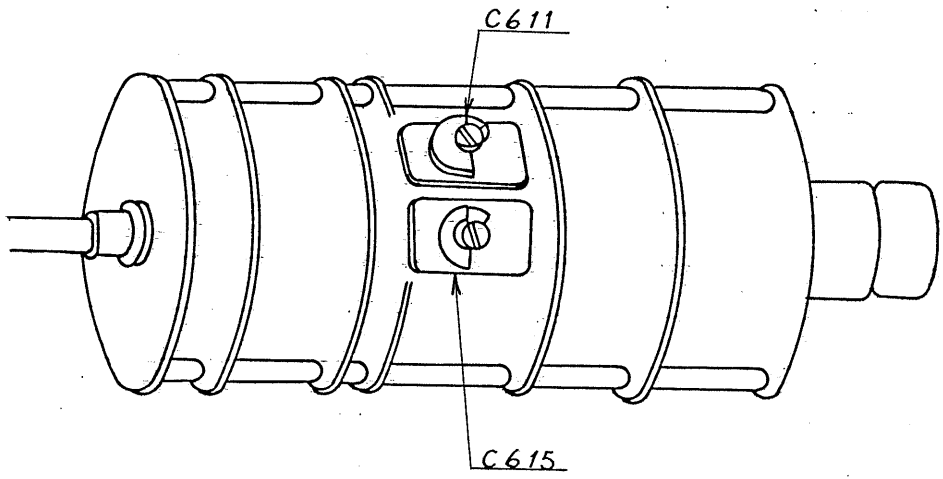
2）TIME／CM を 1mS，VARIABLE を CAL'D にセットします。

3）タイムマークジェネレータの出力を 1mS にセットします。

4）R_{724} 半固定抵抗器で，マーカ信号をスケールの目盛に合わせます。

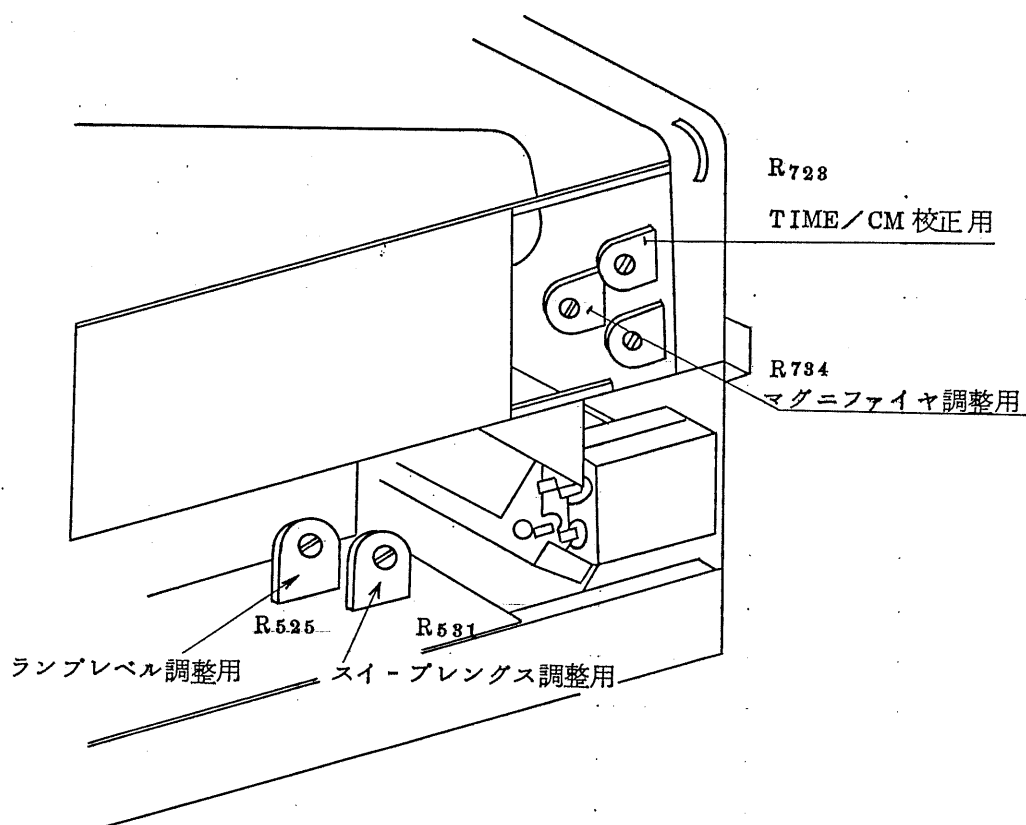
5）PULL 5 × MAG を手前に引き出し，R_{734} でマグニファイヤを調整します。

1 sec ～ 50μS のレンジは以上の調整のみでよいが 20μS ～ 1μS のレンジは，別にトリマ コンデンサで目盛に合わせます。

TIME／CM	調整器	
1 mS	R_{723}	
10 μS	C_{611}	1 mS レンジを調整後に
1 μS	C_{615}	行なう

第6－5図

6.7　スイープ振幅の調整

輝線の振幅は PULL 5 × MAG を押し込んだ位置で約10.5 cm です。

この調整は，掃引時間の調整終了後行ないますが，特に厳密なものではないので，確認するだけで問題はありませんが，振幅10 cm 以下の時は，R_{531} の半固定抵抗器で調整します。

第6-6図

6.8 プローブの保守

553A形オシロスコープ付属の低容量プローブは，時々調整を必要とします。これはプローブに強い機械的衝撃を加えた時，または規定以上の電圧を加えた時に，特性が狂うことがあるからです。

プローブの内部には分圧用の精密抵抗器と，周波数高域特性補償用トリマコンデンサが入っており，強い衝撃に対しトリマコンデンサの最適位置が変化するので，これを校正する必要があります。

6.9 トリマコンデンサの調整

1) プローブを垂直増幅器に接続します。

2) プローブの先端に約1000 Hz の方形波を加えます。

3) プローブのコンペンセータボックス内部のトリマコンデンサを，ドライバーで廻し，トレースされた波形を最良の状態に調整します。